PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

2000-031900

(43)Date of publication of application: 28.01.2000

(51)Int.CI.

H04B 10/02 H04B 10/18 H04B 3/04

H04B 10/08

(21)Application number: 10-192530

(71)Applicant ': FUJITSU LTD

(22)Date of filing:

08.07.1998

(72)Inventor: TSUDA TAKASHI

YAMANE KAZUO KAWASAKI YUMIKO OKANO SATORU

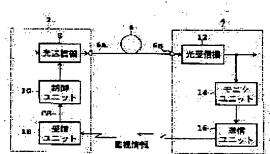
(54) METHOD FOR OPTICAL FIBER COMMUNICATION AND TERMINAL STATION DEVICE AND SYSTEM USED FOR EXECUTION OF THE METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform wavelength

dispersion and nonlinear compensation.

SOLUTION: An equipment 8 for sending out optical signals provided with variable optical power to an optical fiber transmission line 6 is provided and the optical signals transmitted by the transmission line are converted to electric signals by an optical receiver 12. A parameter relating to the waveform degradation of the electric signals is detected by a monitor unit 14 and a control unit 10 controls the optical power of the optical signals so as to improve the waveform degradation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision

of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

公 概(A) 盐 那特 (ES) 会 (18) 日本国格敦伊 (JP)

特開2000-31900 (11)特許出顧公開番号

	(43)公開日	(43)公開日 平成12年1月28日(2000.1.28)	8E (2000. 1.28)
400000	- E		デ-73-1・(参考)
10/02	H04B 9/00	×	5K002
10/18	3/04	В	5K046
3/04	00/6	X	

(全12 員) 審査請求 未請求 耐求項の数17 01

10/08

H04B (51) Int.Cl.

(21)出籍群時	格四平10—192530	(71) HIBI A 000005223	00000523
			富士通株式会社
(22) (11 9 118	平成10年7月8日(1998.7.8)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
		(72)発明者	別権 田栽
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
			1号,曾士通朱式会社内
		(72) 発明者	山板 一雄
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
		٠	1号 富士通株式会社内
		(74)代理人	100075384
			井理士 松本 昂
	-		
			最終質に観く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ通信のための方法並びに散方法の実施に使用する増局装置及びシステム

(57) [受料]

本発明によるシステムの基本側成を示すプロック図

【課題】 本発明は光ファイバ通信のための方法並びに **牧方法の実施に使用する場局装置及びシステムに関し、**

【解決手段】 可変の光パワーを有する光信号を光ファ 皮度分散及び非線形性の補償を課題としている。

イパ伝送路6〜送出する装置8が提供され、伝送路6に より伝送された光信母が光受信機12により電気信号に 変換され、電気信号の波形劣化に関連するパラメータが モニタユニット 1 4 により検出され、波形劣化が改善さ 1ろように制御ユニット 10が光信号の光パワーを制御

#==# 1==# 先班原母 光路信仰 墓

「請求項1] (8)可変の光パワーを有する光信号を [特許請求の範囲]

(b) 上配光ファイバ伝送路により伝送された光信号を 光ファイバ伝送路へ送出する装置を提供するステップ

(c) 上記電気信号の波形劣化に関連するバラメータを 電気信号に変換するステップと

険出されたバラメータに基つき上記光パワーを制御する (d) 上記電気信号の波形劣化が改善されるように上記

上記装置は、上記光ファイバ伝送路の途中に設けられる 【静水頃2】 翻氷項1に記載の方法であって、 ステップとを備えた方法。

上記ステップ(d)は上記光増幅器の利得を調節するス 光中粧器に含まれる光増幅器によって提供され、 テップを含む方法。

上記装置は上記光ファイバ伝送路の一端に接続される光 【精求項3】 韻求項1に記載の方法であって、 **送信機によって提供される方法。**

上記光送信機は、入力電気信号を上記光信号に変換する **萬気/光変換器と、上記光信号を増幅する光増幅器とを** 上記ステップ(d)は上記光増幅器の利得を調節するス 【糊求項4】 翻求項3に記載の方法であって、 備えており、

上記パラメータは上記載気信号の符号誤り率である方 [請求項5] 請求項1 に記載の方法であって、 テップを含む方法。

上記パラメータは上記電気信号のアイ脚二度である方 静水項1に記載の方法であって、 【翻求項6】

上記装置は、上記光ファイバ伝送路の一端に接続される 光送信機と、上記光ファイバ伝送路の途中に敷けられる 複数の光中雄器の各々に含まれる光増幅器とによって提 [請求項7] 請求項1に記載の方法であって、 供される方法。

上記ステップ(d)は上記光送信機及び上記各光増幅器 の出力パワーが観ね等しくなる条件を満足させるステッ 【酵水項8】「酵水項7に配載の方法であって、 ブを含む方法。

上記ステップ(d)は上記光送信機及び上記各光増幅器 核類1及び第2の場局装置間に敷設される光ファイバ伝 の出力パワーを順次調節するステップを含む方法。 【朝求頃9】 請求項7に記載の方法であって、 [請求項10] 第1及び第2の端局装置と

数二つの

氰

上記第2の場局装置は、上記光ファイバ伝送路により伝 送された光信号を電気信号に変換する光受信機と、上記 上記第1の端局装置は可変の光パワーを有する光信号を 上記光ファイバ伝送路へ送出する光送信機を含み、

梅蝦2000-31800

3

電気信号の波形劣化に関連するパラメータを検出するモ ニタユニットと、上記検出されたパラメータに関する監 **視情報を上記第1の端局装置へ伝送するための手段とを**

上記算1の協局装置は、上記部気信号の液形劣化が改善 されるように上記監視情報に基づき上記光パワーを制御 |請求項|||| - 請求項|0に配載のシステムであっ する制御ユニットを更に含むシステム。

上記光送債機は、人力電気信号を上記光信号に変換する 電気/光変換器と、上記光信号を増幅する光増幅器とを 上記制御ユニットは上記光増幅器の利得を調節するシス 備えており 9

【翻水項12】 耐水項10に配載のシステムであっ

上配算2の臨局装置は上記光受信機が受ける光信号を増 【請求項13】 輪求項10に配載のシステムであっ 幅する光増幅器を更に備えているシステム。

上配光ファイバ伝送路は1.55μmに近い寄分散波長 【静水項14】 静水項10に配載のシステムであっ を有する分散シフトファイバからなるシステム。

L配光ファイバ伝送路は1、3 μmに近い幕分散波長を 【静水項15】 静水項14に配載のシステムであっ 有するシングルモードファイバからなるシステム。

上記光ファイバ伝送路で生じる波長分散を補償する分数 (静水項16) 静水項10に配載のシステムであっ 補償ファイバを更に備えたシステム。 20

上記算1及び第2の協局装置間に敷設される第2の光フ

上記監視情報は上記第2の光ファイバ伝送路により上記 ァイバ伝送路を更に備え、

第2の端周装置から上記第1の福局装置へ伝送されるシ

(静水項17) 同変の光パワーを有する光信号を光フ

化に関連して検出されるパラメータに関する監視情報を 40、上記光ファイバ伝送路により伝送された光信号の波形劣 ァイバ伝送路へ送出する光送信機と 受ける手段と、

上記光信号の波形劣化が改善されるように上記監視情報 に基づき上記光パワーを制御する手段とを備えた協局装

(発明の詳細な説明)

更に詳しくは、被長分散及び非線形性を補償して展距離 [発明の属する技術分野] 本発明は、一般的に、光ファ イバ通信における改長分散及び非線形性の補償に関し、 [1000]

S

3

云送を可能にする光ファイバ通信のための方法並びに敢 5法の英箱に使用する臨局装置及びシステムに関する。

バ通信システムが数多く英用化されてきた。光ファイバ (従来の技術) 医損失なシリカ光ファイバが開発された ことにより、光ファイバを伝送路として用いる光ファイ それ自体は極めて広い帯域を有している。

[0003]しかしながら、光ファイバによる伝送容量 は実際上はシステムデザインによって制限される。最も **重要な制限は、光ファイバにおいて生じる波長分散によ**

エルビウムドープファイバ増幅器(EDFA)をは DFAは、シリカ光ファイバが最低損失を与える1.5 [0004]光ファイバはまた傾えば約0.2dB/k mの割合で光信号を承載させるが、この減衰による損失 こめとする光増幅器の採用によって補償されてきた。 E 5 μ m帯に利得帯域を有している。 5波形歪みに起因する.

長(又は周波数)の関数として変化する現象である。例 る光信号がより短い波長を有する光信号よりも選く伝搬 し、その枯果としての分散は、道常、正常分散と称され この場合、分散(単位はps/nm/km)は負の は、光ファイバ内における光信号の群選度が光信号の改 3 μ m よりも短い波長に対しては、より長い波畏を有す 面となる。1. 3 mmよりも長い波長に対しては、より **近い波長を有する光信号がより長い波長を有する光信号** よりも遠く伝搬し、その結果としての分散は異常分散と **代は標道的なシングルモードファイバにおいては、1.** [0005]しばしば単純に分散と称される波展分散

[0006]近年、EDFAの採用による光信号パワー の増大に起因して、光ファイバの非線形性が注目されて 13. 伝送容置を制限する最も重要な非線形性は光ファ いの屈折率が光信号のパワー又は強度に伴って変化する **イパで生じる光カー効果である。光カー効果は光ファイ**

示される。この場合、分散は正の値をとる。

PM) として知られている。SPMによってスペクトル 翼(self-phase modulation: S が変化し、波長分散による波形並みが更に大きくなるこ [0007] 屈折率の変化は光ファイバ中を伝搬する光 盲号の位相を変調し、その結果信号スペクトルを変更す 5周波数チャーピングが生じる。この現象は自己位相変

及びカー効果は、伝送距離の増大に伴って光信号に波形 **雀みを与える。従って、伝送品質を確保した上で光ファ** イバによる長距離伝送を司能にするためには、彼長分散 及び非線形性は制御され、補償されあるいは抑圧される [発明が解決しようとする課題] このように、彼長分散 [8000]

線形性を補償して長距離伝送を可能にする光ファイバ通 **首のための方法並びにその方法の実施に使用する端局装** 置及びシステムを提供することにある。

(0100)

後、電気信号の波形劣化に関連するパラメータ(例えば 「課題を解決するための手段」本発明のある側面による 可変の光パワーを有する光信号を光ファイバ伝送路へ送 出する装置が提供される。次いで、光ファイバ伝送路に で、地気信号の液形劣化が改善されるように、検出され たパラメータに基づき、光ファイバ伝送路へ送出される と、光ファイバ通信のための方法が提供される。まず、 より伝送された光信号が電気信号に変換される。その 符号誤り革あるいはアイ開口度)が検出される。そし 光信号の光パワーが制御される。

2

じる非椒形塊象は、光ファイバへ送出される光信号の光 パワーに依存する。本発明方法では、光ファイバ位送路 [00]]]一般に、光ファイバ伝送路として使用され る光ファイバの非線形性あるいは光ファイバにおいて生 の状態、例えば光ファイバ伝送路として使用される光フ ァイバの極類に応じて光信号の光パワーを変化させてそ 波長分散及び非線形性を補償して伝送品質を確保した上 の光ファイバの非線形性を制御することができるので、 での長距離伝送が可能になる。

50

の端局は、可変の光パワーを有する光信母を光ファイバ [0012]本発明の他の側面によると、第1及び第2 の端局装置と第1及び第2の端局装置間に敷設される光 ファイバ伝送路とを備えたシステムが提供される。第1 **伝送路へ送出する光送信機を含む。第2の端局装置は、**

めの手段とを備えている。第1の端局装置は、電気信号 の波形結果が改善されるように監視情報に基づき光パワ 変換する光受信機と、電気信号の波形劣化に関連するバ ラメータを検出するモニタユニットと、検出されたバラ メータに関する監視情報を第1の協局装置へ伝送するた 光ファイバ伝送路により伝送された光信号を電気信号に ~を制御する制御ユニットを更に含んでいる。 8

号の波形劣化に関連して検出されるパラメータに関する 監視権報を受ける手段と、上記光信号の波形劣化が改善 されるように上記監視情報に基づき上記光パワーを制御 【0013】本発明の更に他の側面によると、可変の光 パワーを有する光信号を光ファイバ伝送路へ送出する光 **送信機と、上記光ファイバ伝送路により伝送された光信** する手段とを備えた端局装置が提供される。

[発明の実施の形態] 以下、添付図面を参照して本発明

置2と、第2の結局装置4と、端局装置2及び4間に敷 の望ましい実施形態を詳細に説明する。全凶を通して実 示すブロック図である。このシステムは、第1の端局装 [0015] 図1は本発明によるシステムの基本構成を 質的に同一の部分には同一の符号が付きれている。

50 設される光ファイバ伝送路6とを備えている。

[40009] よって、本発明の目的は、波長分散及び非

[0016] 第1の端局装置2は、可変の光パワーを有 rる光信号を光ファイバ伝送路6へその第1幅6Aから **送出する光送信機8と、光送信機8から出力される光信** 身のパワーを供給された制御信号CSに従って制御する 5個ユニット10とを有している。

[0017] 第2の端局装置4は、光ファイバ伝送路6 により伝送された光信号を電気信号に変換する光受信機 2と、光受信機12から山力される電気信号の波形劣 比に関連するパラメータを検出するモニタユニット14 とを有している。

第1の帰局2へ伝送するために、第2の恊局4には送信 電気信号の符号誤りが減少するように、あるいは、光受 [0018] 検出されたパラメータに関する監視情報を ユニット16が設けられている。また、第1の端局2に は、第2の端局4から送られてきた監視情報を受けるた めの受信ユニット18が散けられている。受信ユニット 18は、光受信機12から出力される電気信号の液形劣 化が改善されるように、制御ユニット10に供給される ば、受信ユニット18は、光受信機12から出力される 盲機12から出力される電気信号のアイ開口度が大きく Aき制御信号CSを監視情報に基づき生成する。例え なるように、制御信号CSを生成する。

他の光ファイバ伝送路(図1には図示せず)を用いて行 [0019] 送信ユニット16から受信ユニット18へ の監視情報の伝送は、光ファイバ伝送路6を用いて行わ **れるかも知れないし、端局装置2及び4間に敷設される** われるかも知れないし、電気回線又は無線回線により行 われるかも知れない。 【0020】図2は光ファイバ伝送路6として使用する る。 擬軸は分散(p s/n m/k m)、横軸は波度(u ことができる光ファイバの分散特性を示すグラフであ m)を表している。

散は正の値をとる。また、磐分散波長よりも短い波長の も長い波長の光信号に対しては異常分散領域となり、分 [0021] 光ファイバ伝送路6として通常のシングル モードファイバ(SMF)を用いた場合、その勢分散波 長は概ね1、3 μmである。この場合、繋分散波長より 光信号に対しては正常分散傾域となり、分散は負の値を [0022]光ファイバ伝送路6としてSMFを用いる 場合、光信号の波長はSMFにおいて最近損失を与える 1. 55μm帯 (例えば1. 50-1. 60μm) に設 **定されるので、その光信号に対しては常に異常分散領域**

[0023] 光ファイバ伝送路 6 として分散シフトファ . 55μmである。客分散波長よりも長い波長を有す 5光借号に対しては異常分散領域となり、分散は正の値 をとる。また。客分散波長よりも短い波長を有する光信 イバ(DSF)を用いた場合、その等分散波長は概ね 号に対しては正常分散領域となり、分散は負の値をと

に散定される。従って、光信号の実際の波長とDSFの 55μmに等しいので、光信号の波長は1.55μm帯 **紫分散波長との杆対的関係に従って、異常分散領域にな** [0024] DSFの最低損失を与える波蔑も概ねし. るか正常分散領域になるかが決定される。

器(光/種気変換器))。12との間に光学的に接続され びSMFの各々を用いた場合における伝送可能距離を説 6としてDSFを用いた場合における図1のシステムの 主要部が示されている。 ここでは、第1の端局装置2の の利得を調節することによって、光ファイバ伝送路に送 イバ伝送路6の第2端6日と光受信機 (又は0/E変換 [0025]以下、光ファイバ伝送路6としてDSF改 明する。図30) (A) を参照すると、光ファイバ伝送路 光送信機8は、人力枢気信号を光信号に変換するE/O 変換器(電気/光変換器)20と、E/0変換器から出 カされた光信号を増幅する利得可変型の光増幅器22と [0026]また、受信恩度を高めるために、第2の増 局装置4には、ブリアンブとして用いられる光増幅器2 4が付加的に設けられている。光増幅器24は、光ファ を含む。制御ユニット10(図し参照)が光増幅器22 出される光信母の光パワーを変化させることができる。 20

れぞれ異常分散領域及び正常分散領域におけるDSFの 伝送特性が示されている。 ここでは、異常分散領域では 光信号はレッドシフトチャーピングを与えられ、正常分 数領域では光信号はブルーシフトチャーピングを与えら [0027]図4の(A)及び(B)を参照すると、そ れ、また、大きな光パワーを育する光信号にSPMによ って与えられるチャーピングば常にブルーシフトチャー

信号を得るよりもレッドシフトチャーピングを有する光 【0028】尚、ブルーシフトチャーピングを有する光 信号を得る方が容易であるので、ここでは、光送信機8 から出力される光信号はレッドシフトチャーピングを有 ピングであるという耶実に着目する。 しているものとする。

以界WDI.を下回るところの距離によって与えられる伝 脳軸は光受信機12における等化波形のアイ開口度、横 の非線形性は無視することができるので、異常分散領域 では、光送信機8内で与えられるレッドシントチャービ ングと光ファイバ伝送路6内で与えられるレッドシフト チャーピングとが加え合わされ、アイ開口度が波形劣化 に、比較的短いのに対して、正常分散領域では、光送信 パ伝送路 6 で与えられるブルーシフトチャーピングとが **身の光パワーが比較的小さい場合、光ファイバ伝送路6** 徴8で与えられるレッドシフトチャーピングと光ファイ 軸は距離を装している。光送信機8から出力される光信 相殺されて、光信号の波形又はバルス幅の圧縮効果が生 [0029]図4の(A)及び(B)の各々において、 送可能距離は、図4の(A)に符号aで示されるよう 3

3

特開2000-31900

9

じるので、伝送可能距離は、図4の(B)に符号dで表 されるように、比較的疑い。

化質母の光パワーが比較的大きい場合には、光ファイバ イバ伝送路6における損失を考慮すると、光ファイバ伝 knの時分)では、SPMによるブルーシフトチャービ 10030] これに対して、光送信機8から出力される 元送路6の非根形性を考慮しなければならない。 光ファ **送路6におけるその第1塩6Aに近い部分(例えば数十** ングが支配的になるであろう。

(0031)より具体的には、光送信頼8から出力され 5光信号の光パワーが比較的大きい場合には、異常分散 真城では、光送信機8内及び光ファイバ伝送路6内の各 nにおいて与えられるレッドシットチャービングとSP カ(A)に符号レで示されるように、伝送可能距離は比 政的長いのに対して、正常分散領域では、改長分散に大 るブルーシットチャーピングと S PMによるブルーシッ (B) に待号ので示されるように、伝送可能超離は比較 Mによるブルーシフトチャービングとが出殺され、図4 トチャービングとが加え合わされる分だけ、凶4の

[0032] 図4の (A) 及び (B) のそれぞれを光バ ワーと距離との関係に書き換えたものが図3の(B)及 号WDL、は図4の(A)及び(B)の各々における政 び(C)である。伝送制限製因として受信信号のSN限 5. また、図3の(B) 及び(C)の各々において、得 昇を考慮する必要があるので、図3の(B)及び(C) の各々において、SN限界は符号SNLで示されてい 形劣化阻算WDLに対応している。

決定され、正常分散傾伐では、図3の(C)に示される 光送信機8から川力される光信号の光パワーの可変範囲 を△Pとした場合、異常分散領域では、図3の(B)に 示されるように、伝送可能避難し!はWDL、によって ように、伝送可能距離し2はWDL、及びSNLによっ SNLよりも左側で且つWDL、よりも左側の領域で、 [0033] 図3の (B) 及び (C) の各々に払いて. 一定の伝送品質を確保した伝送が可能である。例えば、

[0034] 即ち、図3の(A) に示されるシステムで 信徴8から出力される光信号の光パワーを調節すること は、光増幅器22の利得を調節することによって、光送 により、彼長分散及び非線形性の最適な補償条件を得る ことができ、それにより長距離伝送が可能になるもので

考慮してシステム数計が行われていたので、伝送可能順 ワーの範囲を固定的に割り振り、その範囲内での変動を [0035]従来技術では、一般に光送信機の光出力バ 個し3は最悪の条件により決定(又は制限)されてい

光ファイバ伝送路6の状態に応じて第に 良好な伝送品質が得られるので、長い伝送可能距離を得

の(A) に示されるシステムと対比して、光ファイバ伝 る。光ファイバ伝送路BとしてSMFが用いられている 1.55μm帯にあるので、異常分散領域だけが与えら [0037]図5の(A) K示されるシステムは、図3 送路6としてSMFが用いられている点で特徴付けられ 場合、前述したように、その等分散波長は概ね1、3μ mであり、光送信機8から出力される光信号の波長は

の分散値が比較的大きいという専実に鑑み、光ファイバ [0038] CCでは、1、55μm帯におけるSMF 伝送路6の波長分散を補償するために、分散補償ファイ バ(DCF)26及び28が採用されている。DCF2 2 との間に光学的に接続されている。 DCF26及び2 8のいずれか一方により光ファイバ伝送路6の分散補債 BはE/O変換器20と光増幅器22との間に光学的に 接続され、DCF28は光増幅器24とO/E変換器1 を行ってもよい。

[0039] DCF26及び28の各々としては、損失 を小さく抑えるために、SMFの分散の絶対値よりも十 分大きな分散の絶対値を有するものを用いることができ る。各DCFは正常分散領域にあり、これにより分散補 側が行われる。 (0040]図5の(B)及び(C)はそれぞれ図4の (A) 及び図3の(B) に対応している。DCF26及 び28が用いられている場合、これらによって導入され 大値を与える距離の最適値が存在する。従って、光パワ 一が小さい場合には、Gi送可能距離は、アイ関门度がW る分散は一定であるから、図5の(8)に示されるよう い場合及び小さい場合の各々において、アイ関口度の最 **りしを下回るところの距離e及びfの間の範囲に限定さ** 畑口度がWDLを下回るところの距離g(e < g)及び れ、光パワーが大きい場合には、伝送可能距離は、アイ に、光送信機8から山力される光信母の光パワーが大き h(f<h)の国の衛囲によって限定される。

[0041]従って、図5の(A)に示されるシステム において、一定の伝送品質を得るための条件は、図5の (C) に示されるように、WDLに対応する2つの模型 DL(#I及び#2)の間で且つSNLよりも左側の鎖 域によって与えられる。

ç

[0042]例えば、光送信機8から出力される光信号 の光パワーの可変範囲をAPとした場合、伝送可能距離 は、図5の(C)に符号L4で示される比較的広い範囲

3から出力される光信号の光パワーを制御又は調節する 50 間の範囲しちは最悪の条件により決定(又は制限)され [0043]従来技術では、一般に光送信機の光出力バ ワーの範囲を固定的に割り張り、その範囲内での変動を 考慮してシステム設計が行われていたので、・伝送可能距

[0038] これに対して、本発明方法により光送信機

[0044] Cれに対して、本発明方法により光送信機 8から出力される光信号の光パワーを制御又は観節する ことによって、光ファイバ伝送路8の状態に応じて富に **以好な伝送品質が得られるので、長い伝送可能距離を得** ることができ、あるいは、伝送可能距離の広い範囲を得

は、光増幅器22(ポストアンプ)、光増幅器24(プ リアンプ)、あるいは後述する光中維器に含まれる光増 [0045] 図6は本発明に適用することができる光増 **福器の実施形態を示すブロック図である。 この光増幅器 信器として用いることができる。**

[0046] この光増幅器は、増植されるべき光信号が 供給される人力ポート30と、増幅された光信号を出力 する出力ポート32と、ポート30及び32間の主光路 上に設けられる増幅ユニット34及び光カプラ36とを 有している。

された光信号に利得を与えるように光増幅媒体をポンピ の光信号が供給される光増幅媒体と、光増幅媒体が供給 ングするボンピングユニットとを備えている。光増結媒 めの電流頭によって提供される。との場合、注入電流に (0047)増幅ユニット34は、人力ポート30から ピングユニットは半導体チップに注入電流を供給するた 体としてレーザダイオードの両端面の反射半を低くして 得られる半導体チップが用いられている場合には、ポン 応じて決定される利得が光信号に与えられる。

塩は入力ポート30に光学的に接続され、第2塩は光カ [0048] ここでは、1.55μm帯の光信号に適合 トは、予め定められた復長を有するポンプ光をEDF3 る。同じくWDMカプラを用いてレーザダイギード40 をEDF38の第2端に光学的に接続する場合には、光 するために、光増幅媒体としてエルビウムドープファイ ブラ36に光学的に接続されている。 ポンピングユニッ [0049] 図示しないWDMカブラを用いてレーザダ イオード40をEDF38の第1端に光学的に接続する ことにより、光信号及びポンプ光はEDF38内を周じ 信号及びポンプ光はEDF38内を互いに逆向きに伝搬 するので、バックワードボンピングがなされる。2つの WDMカプラを用いて2つのボンブ光道をそれぞれED F38の第1端及び第2端に光学的に提供することによ 【0050】レーザダイオード40には転動回路42か バ(EDF) 38が用いられている。EDF38の第1 8~供給するためのポンプ光顔としてのレーザダイオー 0. 98μm帯あるいは1.48μm帯に設定される。 ド40によって提供される。ポンプ光の彼長は例えば 向きに伝搬するので、フォワードボンビングが行われ って、双方向ボンビングを行うようにしてもよい。

て出力ボート32から出力される。増幅された光信母の 内で増幅された光度号の大部分は、光カブラ36を通っ モニタ光はフォトダイオード苺からなるフォトディテク (0051)与えられた利用に基づき協働ユニット34 残りは光カブラ3日によってモニタ光として分岐され、 タ (PD) 44に供給される。 [0052]フォトディテクタ44は受けんモニタ光の **依存しない分岐比を有しているので、出力ボート32か** 光カブラ36は一般的には供給される光信号のパワーに ち出力される光信号の光パワーはフェトディテクタ44 パワーに対応する電圧レベルを有する信号を出力する。 の出力信号の電圧レベルに反映される。 2

【0053】フォトディテクタ44の出り信号は比較器 4の出力信号の電圧レベルと基準電圧Vre૧との差が 0 又は一定になるように、駱島回路42がレーザダイオ 46に供給される。比較器48は、フォトディテクタ4 - ド40に供給する転動電流をフィードバック制御す

たことにより、出力ボート32から出力される光信号の 光パワーを、基準電圧Vrefによって決定される一定 のレベルに推持することができる(自動レベル制御:A (0054) Cのようなフィードバックループを採用し . (C) 2

[0055]特にこの英値形態では、耐御ユニット10 (図1参照) は基準電圧発生回路48によって提供され ている。回路48は、供給された制御信号CSに従って 基本を表出する。従って、制御信号CSに **基づきこの光増幅器のAI.Cの目標値を定めることがで** [0056]図7は図1に示されるモニタユニット14 の英値形態を示すブロック図である。光ファイバ伝送路 8により伝送された光信りは、ブリアンプとしての光増 50により第1の信号ピーム及び第2の信号ピームに分 抜きれる。第1の個母ピームは第1のO/E変換器 (光 福器24により増幅され、増幅された光信号は光カブラ 樊信徴)Ⅰ2に供給される。0/E緊債器Ⅰ2は、受け た信号ピームに基づき王信号を再生する。

[0057] 第2の信号ピームは、モニタユニット14 E変換器52の出力信号はエラー検出回路54に供給さ れ、それにより主信号の符号誤り串に関するエラー情報 **に含まれる第2の0/E実換器52に供給される。0/**

(0058)0/E緊接聯52には可数の凝想アベルが 与えられており、その批別レベルとエラー仮出回路54 で得られたエラー情報とに基づき、アイ周口度算出回路 58がアイ周□仮を算出することができる。得られたア / 即口度はア / 即口角根として提供される。

[0059]図8を参照すると、図7に示されるモニタ ユニット14の0/E変換器52の具体的な構成が示さ れている。光カブラ50(図7 春賦)からの苺2の信号

ら駆動電流 (DCバイアス電流) が供給されており、駆 動権強に応じて決定される利得がEDF38において生

1の出力和気信号となる。山力和気信号は等化増幅器5 ピームは、逆バイアスが与えられているフォトダイオー ド57に供給される。フォトダイオード57に供給され た信号ピームの変調による強度変化又は光パワー変化に 従ってフォトダイオード 5 7 のアノードの電位が変化す るので、そのアノード部位の変化がフォドダイオード5 8 で等化増幅され、等化増幅された信号は識別器62に

[0060]タイミング再生器60は等化増幅器58の ミング再生器60かちのクロックと与えられている讃別 レベルとに括づき、等化増幅された信号の当散タイミン 音号に基づきクロックを再生する。 轍別器62は、タイ

10

[0061] 尚、王信号系の0/E変換器12は、図8 c示されるO/E変換器5.2において識別器6.2に与え られる最別レベルが一定になるような変更を行うことに グにおけるハイレベル及びローレベルを識別する。 より得ることができる。

ラメータ (符号誤り半あるいはアイ関口度) をモニタユ ニット14が検出することができるので、システムの初 明散定後のインサービス状態においても、光パワーの最 [0062]図7の英施形態によると、O/E変換器1 2からの主信号を得ながらでも、液形劣化に関連するバ 適値への制御を推続的に行うことができる。

50

の場合、0/比変換器12の受信パワーを高くすること ができると共に、光学部品の点数を少なくすることがで ビームを用いているが、光カプラ50及びO/E変換器 5.2を省略して、0/E変換器1.2に含まれる等化増幅 母を主信号の復調のために用い、第2の信号をエラー検 出及びアイ開口度の算出に用いるようにしてもよい。こ [6063]図7の英簡形態では、第1及び第2の信号 器の出力値号を第1及び第2の債母に分岐し、第1の債

示すブロック図である。CCでは、第2の端局装置4か 第2の闔周装置4に向かう下り回線として使用され、光 ツァイバ伝送路84は第2の福局装置4から第1の福局 【0064】図8は本発明によるシステムの実施形態を 5第1の端局装置2への監視情報の伝送に、光ファイバ **反送路 6 とは別の光ファイバ伝送路 6 4 が用いられてい** る。即ち、光ファイバ伝送路6は第1の協局装置2から 表置2に向かう上り回線として使用されている。

山力された、監視情報を含む光信号は、ポンプアンプと 【0085】類2の臨局装置4の送信ユニット16から しての光増幅器66により増幅されて、増幅された光信 号は光ファイバ伝送路64にその第1端64Aから供給 される。光ファイバ伝送路64の第2端64Bから出力 された光信号は、ブリアンプとしての光増幅器88によ り増幅されて、増幅された光信号は第1の磁局装置との 没信ユニット18に供給される。

S で検出されたパラメータに関する監視情報を上り回線の [0006] 送信ユニット16は、モニタユニット14

王信号に挿入する監視情報挿入回路70と、回路70の 出力信号を光信号に変換するE/O変換器72とを含

出する監視情報抽出回路76とを含む。回路76は抽出 [0067]また、受信ユニット18は、光増信器68 で増幅された光信号を電気信号に変換する〇/E変換器 74と、0/E変換器74の出力信号から監視情報を抽 された監視情報に基づき制御信号CSを生成する。

イバ伝送路64により伝送された監視情報に基づき、墳 1の端局装置2の光送債機8から出力される光信号の光 [0068]図9に示されるシステムによると、光ファ パワーを最適値に制御することができる。 具体的には次 の通りである。 【0069】まず初期立ち上げ状態では、光ファイバ伝 送路6及び64の各々にある程度光信号が通る状態を得 るために、光ファイバ伝送路6及び64の種類(SMF /DSF)並びに伝送距離に応じた光信号の送出パワー を散定する。図5の(A)に示されるようにSMF及び DCFの組み合わせが採用されている場合には、DCF の分散値も設定される。

【0070】次に、第1の端局2の光送信機8から出力 される光信号の光パワーを変化させ、第2の編局装置4 タ、例えば符号鸛り睾が検出される。この場合、エラー 情報に基づき監視情報が得られるので、得られた監視情 **単が送信ユニット16から受信ユニット18に伝送され** のモニタユニット 1 4 が波形劣化に関連するバラメー

される光信号の光パワーを常に最適値に維持することが [0071] 第1の編局2では、光送信機8から出力さ いる光信号の光パワーの変化とエラー情報との対応から 光パワーの最適値を求めることができるので、その最適 これにより、光送信機8かち光ファイバ伝送路6へ送出 光パワーが得られるように制御信号CSが生成される。 でき、波長分散及び非線形性の補償が可能になる。

置2及び4の機能を逆にすることにより、光ファイバ伝 ともできる。そのような変更は当業者であれば極めて容 [0072] Cの実施形態では、光ファイバ伝送路6に 送出される光信号のパワーを最適化しているが、端局装 送路64に送出される光信号の光パワーを最適化するこ 場に行うことができるので、その説明は省略する。

\$

く、本発明方法に従ってマニュアルにより光送信機8か [0073]光パワーの最適化は、機器が回線に導入さ 固定化されるため、光パワーの最適値が大きく変化する ことは少ない。従って、図9に示されるシステムのよう システムが一旦稼働状態となれば、伝送条件は実質的に れる初期段階や障害復旧時等に行う必要がある。但し、 に制御ユニット10を用いて自動制御を行うのではな 5出力される光信号の光パワーを慰節してもよい。

【0074】図10は本発明によるシステムの他の実施 形態を示すブロック図である。図10に示されるシステ

ファイバ伝送路6の途中に複数の光中継器78(#1) 図1 又は図9 に示されるシステムと対比して、 …。#N)が設けられている点で特徴付けられる。

[0075]光中推構78(#1, …, #N)の各々は 線型中推器として提供される。線型中推器は、受けた光 言号をアナログ的に増幅する中継器であり、波形成形等 1, …, #N)の各々は、受けた光信号を増幅するため を行う再生中継器とは区別される。光中継器78(# の光増幅器80を有している。

[0078]特にこの実施形態では、光ファイバ伝送路 が散けられている。光中推器82 (#1, …, #N)の 84の途中にも複数の光中模器82(#1, …, #N) 各々は光増幅器84を有する。

[0077]以下、図10に示されるシステムの特に光 ファイバ伝送路6への本発明のいくつかの適用形態を設 明する。第1の適用形態では、各光増幅器80の出力レ 定)される。この場合、各光増幅器80の出力レベルが 高いことに起因する非線形性の影響はほぼ一定であるの で、本発明に従って第1の端局2の光送信機8から出力 される光信号の光パワーを容易に最適値に設定すること ができる。各光増幅器80としては、図6に示される光 増幅器において基準電圧Vrefを一定にしたものを用 ベル(出力光信号の光パワー)が一定の値に設定(尚 いることができる。

[0078] 第2の適用形態では、光送信機8及び各光 増幅器80の出力レベルが概ね等しくされる。即ち、制 御信号CS(図9参照)に従って光送信機8及び光増幅 器80の名出力レベルが慰訶される。

福器80の出力レベルが第1の機局装置2から第2の端 第2及び第3の適用形態の各々においては、各光増幅器 変化させられる。従って、各光増幅器80として図6に 示される光増幅器が用いられている場合には、制御信号 80の出力レベル(又は利得)が制御信号CSに従って 【0079】第3の適用形態では、光送信機8及び光増 局装置4に向かってあるいはその逆に値次調節される。 CSに従って基準電圧Vrefが調節される。

の端局装置2から光中推器78(#1.… #N)の 8 (#1, …, #N)の各々において制御信号CSが必 要になるので、制御信号CSを含む特定の監視情報を第 [0080] 第2及び第3の適用形態では、光中株器7 各々へ伝送する必要がある。

って、監視光信号の波長は光送信機8から出力される光 [0081]図11は図10に示されるシステムにおい から出力される王信号に関する光信号に合波される。従 て特定の監視情報を伝送するための改変を示すブロック 図である。ここでは、第1の猫局装置とは、制御信号の 監視光信号に変換するためのE ∕ O変換器 B G を有して Sに基づいて生成される特定の監視情報(監視信号)を WDM(波長分割多重)カプラ88により、光送信機8 いる。E/〇変換器86から出力された監視光信号は、

特据2000-31900

3

れ、抽用された監視光信号は0/E変換器92により監 [0082] 符号78は図10に示される光中推器78 (#1, …, #N)の名々を示している。各光中樹器7 **規信号に変換される。〇/E変換器92から出力された** 8では、WDMカブラ90により監視光信号が抽出さ 監視信号は監視回路(SV)94に供給される。 [0083] 監視回路94は、監視信号に従って光増幅 ている場合には、監視信号に従って基準電圧Vrefが 図6に示される光増幅器が光増幅器80として用いられ 器80の出力レベル(又は利得)を調節する。例えば、 30

は監視回路94亿おいて更新された監視信号は0/巨変 換器96に供給され、0/E変換器96から出力された [0084] 監視回路94に供給された監視信号あるい 監視光信号は、WDMカプラ98により、光増幅器80 により増幅された光信号に合波される。 [0085] 第2の協局4においては、WDMカプラ1 0.0により監視光信号が抽出され、抽出された監視光信 〇/E変換器102から出力された監視信号は監視回路 104に供給され、監視回路104の山力信号は、モニ [0086]次に、第3の適用形態を実施する場合につ いて、図12を参照して、図10 (図11) に示される システムにおける制御フローを説明する。まず、ステッ 他)、各中株区間の距離、分散補償器の有無及びある場 タユニット14の出力信号と共に上り回線へ送られる。 号はO/E変換器102により監視信号に変換される。 フ112では、伝送路に関する初期情報が入力される。 合の補償量,伝送路パラメータ(損失係数、分散係数、 初期情報としては、伝送路の種類(DSF/SMF/ 20

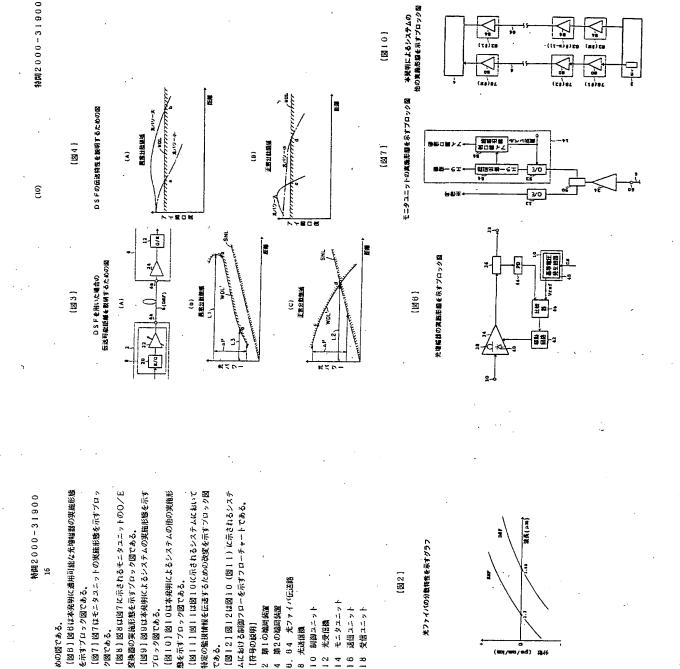
[0087]次いで、ステップ114では、入力された 卯期情報に基づき、第1の端局2からの光信号がある程 度の伝送品質で第2の端局装置4まで伝送されるように するために、光送價機8及び各光増幅器80の出力レベ 非線形係数)等がある。

(0088)次いで、ステップ116では、最適検出及 び設定が開始される。ステップ116の実行順序は、例 えば、下り回線(光ファイバ伝送路6)及び上り回線 ルが初期設定される。

【0089】ステップ118では、上り回線の各区間に ついての最適検出及び設定が行われる。 即ち、光送信機 8、光中椎器78(#1)、光中椎器78(#2)、 (光ファイバ伝送路64)の順である。 3

[0090]次いで、ステップ120では、全回椒の散 **定が終了したか否かが判断される。全回線の散定が終了** していない場合には、ステップ116に戻り、今度は上 り回線についての最適検出及び設定が開始される。 、の順で各出力レベルが設定される。

ステップ 1 2 2 に進み、 散定情報が例えば第 1 の端局装 [0091]そして、全回機の設定が終了した時点で、 2



モニタユニット

【図4】 図4の (A) なび (B) はDSFの伝送特性を

説明するための図である。

受信ユニット

ドファイバ)を用いた場合の伝送可能距離を説明するた*

本発明によるシステムの基本情点を示すプロック図 _ 図

職は

[図5] 図5の (A) - (C) はSMF (シングルモー

10 戦御ユニット

8 光送信機

(図3) 図3の (A) - (C) はDSF (分散シットフ ァイバ)を用いた場合の伝送可能距離を説明するための

[図2] 図2は光ファイバの分散特性を示すグラフであ

【図1】図1は本発明によるシステムの基本構成を示す

ブロック図である。

【図画の簡単な説明】

説明を省略する。

2

光受信機

2 第1の福局装置 第2の協局装置

(存事の説明)

である。

による効果については以上説明した通りであるのでその

能になるという効果が生じる。本発明の特定の実施形態

態を示すブロック図である。

ることができる光ファイバ通信のための方法並びにその 方法の実施に使用する端高装置及びシステムの提供が可

发長分散及び非線形性を補償して長距離伝送を可能にす

(発明の効果)以上説明したように、本発明によると、

ブロック図である。

を示すブロック図である。

ク図である。

* めの図である。

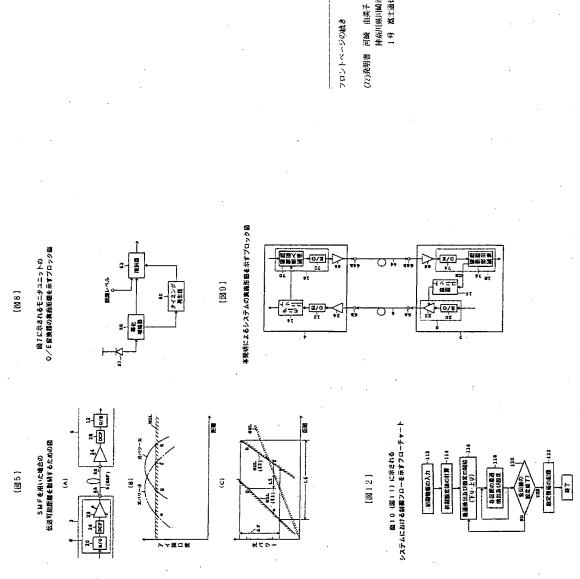
置2に散けられているCPUに付随するメモリ装置に記

ては、第1の協局装置とから第2の協局装置4に向かう **始帯で設定が行われていくが、設定の順序を逆にしても** よい。また、同じようにして、上り回線についての設定

を行うことができる。

[0003]

[0082] 図12の制御フローでは、下り回線につい



多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

(22)

特開2000-31900

Ξ

特開2000-31900

[四]

図10に示されるシステムにおいて特定の 監視情報を伝送するための改変を示すプロック図

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通休式会社内

· 北海道札幌市中央区北一条西2丁目1番地 **富士通北海道ディジタル・テクノロジ株** (72)発明者 岡野 佰

ドターム(**拾考**) SKOU2 AAO1 AAO3 BA13 CA01 CA13 EAO5 FA01 FA02 CA03

5K045 AA08 DD15